

**УДК 519.218**

**О. І. Стрембіцька, Т. І. Горин**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## **МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПУЛЬСОВОГО СИГНАЛУ ПРИ ФІЗИЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ**

**O.I. Strembitska, T.I. Horyn**

### **MATHEMATICAL MODEL OF THE PULSE WAVE DURING PHYSICAL ACTIVITY**

Аналіз механізму формування пульсового сигналу при фізичному навантаженні вказує на необхідність використання математичних моделей, які б враховували його біологічну природу. Мета проведеного дослідження полягає у побудові математичної моделі пульсового сигналу, яка б враховувала у своїй структурі його періодичність та випадкову складову, а також артефакти руху при фізичному навантаженні.

Існуючі математичні моделі пульсового сигналу діляться на дві групи – детерміновані та стохастичні. Ці моделі мають ряд недоліків, зокрема: не враховують випадкової природи сигналу та динамічних зв'язків між окремими групами серцевих скорочень, що виникають у процесі фізичної активності. Адекватно описати такі сигнали можна лише із використанням стохастичного підходу до математичного моделювання та із врахуванням повторюваності сигналу, що зумовлено періодичністю біологічних ритмів. Для клінічної практики важливою також є часова структура сигналу, оскільки таким чином можна одержати дані про проходження пульсового сигналу та стан серцево-судинної системи. Використання математичної моделі пульсового сигналу у вигляді періодично-корельованого випадкового процесу враховує у своїй структурі повторюваність сигналу та наявність випадкових складових, таких як артефакти руху при фізичному навантаженні. Тому, враховуючи проблеми, які виникають при автоматизованому комп'ютерному опрацюванні пульсового сигналу, можна виділити наступні переваги наведеної математичної моделі: 1) враховує стохастичну природу сигналу; 2) враховує періодичну повторюваність сигналу; 3) враховує статистичні взаємозв'язки між окремими групами сигналів в межах одного вимірювання.

Періодично-корельований випадковий процес відображає часово-фазову структуру сигналу. Основним параметром при використанні такої моделі є період корельованості сигналу, який відповідає частоті серцевих скорочень. Дана математична модель дає змогу проводити опрацювання сигналу засобами гармонічного аналізу, а також із застосуванням теорії імовірності та математичної статистики для випадкових процесів, що сприяє створенню комп'ютерних алгоритмів аналізу пульсового сигналу. На базі математичної моделі пульсового сигналу у вигляді періодично-корельованого випадкового сигналу, розроблено імітаційну модель сигналу у вигляді кусково-неперервної функції. Аналіз імітаційної моделі пульсового сигналу при фізичному навантаженні свідчить про високу відтворювальну здатність такої моделі у порівнянні з експериментальними даними. Похибка відтворення серцевого ритму при заданих параметрах, а саме частота серцевих скорочень в період спокою, часу початку та кінця навантаження, складає 3,4% при порівнянні експериментальними даними з результатами імітаційного моделювання з такими ж початковими умовами. Це свідчить, що математична модель пульсового сигналу у вигляді періодично-корельованого випадкового процесу, враховує у своїй структурі періодичність та випадковість сигналу біологічного походження.